第1卷 第2期 林业科学研究 Vol. 1, No. 2
1988年4月 FOREST RESEARCH Apr., 1988

引起橡胶和马尾松木材蓝变的真菌——可可球二孢*

符永碧 施振华 利群**
（中国林业科学研究院热带林业研究所）

关键词 可可球二孢；木材蓝变；橡胶木材；马尾松材

可可球二孢(*Botryodiplodia theobromae* Pat.)早在1879年就被Cooke发现[11]，目前，至少拥有48个异名，常见的异名是*Diplodia theobromae* (Pat.) Nowell, *Diplodia natalensis* Pole Evans, *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griff. & Maubl.。Punithalingam[11]和Sutton[14]分别对该菌作过详细的评述。它广泛分布于热带、亚热带和温带。其寄主植物已知约500种，它不但引起植物病害，而且还引起木材蓝变，是引起热带阔叶树木材蓝变的主要真菌之一[5,9]。虽然国外对这种真菌已进行了大量研究[5,6,8-10,12,13,15]，但国内研究尚少[3]，由它引起的木材蓝变，国内尚未见报道[2,3]。

橡胶树(*Hevea brasiliensis*)木材是橡胶园更新的副产品，是一种很有潜力的木材资源。马尾松(*Pinus massoniana*)是我国南方主要用材树种之一。这两种木材均易受蓝变菌危害而降低使用价值。为此，我们自1984年起就对这两种木材进行蓝变菌分离鉴定、侵染特性和耐温性的研究。以期为橡胶木和马尾松木材的蓝变防治提供理论依据。

一、材料和方法

（一）试材来源

蓝变严重和未发生蓝变的橡胶木取自广东省海口市家具厂；蓝变严重和未发生蓝变的马尾松材以及选作接种试验的色木(*Acer* sp.)取自广东省横石木材厂，柠檬桉(*Eucalyptus citriodora*)取自雷州林业局，厘藤(*Calamus simplicifolius*)由本所藤类研究组提供。

（二）菌种分离和鉴定

1984年10月和1986年6月分别取蓝变严重(灰黑色)的橡胶木和马尾松材组织，在实验室内进行常规组织分离培养，分离到的菌种在查彼(Czapek-Dox)培养基上进行纯化培养，经鉴定为可可球二孢。

（三）沙土培养基的筛选和回接试验

为了供该菌进行各种木材蓝变的研究，我们进行了沙土培养基的筛选试验。7种沙土培养基组成和接种材料见表1。按照常规方法配制和灭菌。每瓶放3个试块(规格、2×2×1 cm)[1)]，

本文于1987年7月15日收到。
* 本研究是橡胶木材防虫防腐研究项目的一部分；中国科学院微生物研究所刘錫进、郭英蓝两先生和华南农业大学梁子超教授指导菌种鉴定；本所蔡则谟副研究员提出宝贵意见；试验中得到本所胡嘉任副研究员指导；叶华英同志参加部分工作。在此一并致谢。
** 利群同志于1985年调至中国科学院水生生物研究所。

表 1 沙土培养基的组成和接种材料

培养基编号	沙土培养基的组成					接种材料
1			麦芽糖液		马尾松锯末	马尾松
2			查彼取代液		马尾松锯末	厘藤
3			麦芽糖液		橡胶木锯末	橡胶树
4	河沙玉米粉	+	查彼取代液	+	橡胶木锯末	
5			查彼取代液		色木锯末	色木
6			查彼取代液		水青冈锯末	
7			查彼取代液		柠檬桉锯末	柠檬桉

注：①沙土培养基的基本组成：河沙150g，玉米粉8g，糖液110ml，锯末15g。

②麦芽糖液成分：麦芽糖(比重1.03)100ml，红糖1g，蒸馏水10ml。

③查彼取代液成分：$NaNO_3$ 0.2g，K_2HPO_4 0.1g，KCl 0.05g，$MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.05g，$FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.01g，Saccharose 3g，蒸馏水110ml。

重复9次。每种试材共27块。取马尾松和橡胶木试材各10块进行交叉接种。采用从蓝变橡胶木和蓝变马尾松材分离出的菌种对橡胶木和马尾松试块进行回接和交叉接种，其它三种试块采用从橡胶木蓝变材分离出的菌种进行接种。将接种过的三角瓶置于28±2℃的培养箱中培养30天。定期观察其生长情况。

（四）蓝变木材的观察

选用经人工接种的橡胶木和马尾松蓝变试材，进行光学显微镜和扫描电镜的观察。

（五）菌种耐温性处理

采用查彼培养基在直径10cm的培养皿中对可可球二孢进行：①不同时间和不同温度下平面培养的生长观察；②经65℃高温处理数小时后平面培养的生长观察；③经不同高温处理4天的橡胶木和马尾松蓝变木材组织中该菌存活情况的分离培养观察（试材规格：2×2×1cm）。

二、结果与分析

（一）可可球二孢的形态及培养特征

经鉴定，引起橡胶木和马尾松木材蓝变的真菌为可可球二孢，属半知菌类，球壳孢目。在培养基上未见到有性阶段，但据梁子超教授提供的资料：有性阶段为 *Botryosphaeria rhodina*。它的分生孢子器单生或丛生，密集，有子座，有孔口（图版Ⅰ-2）。分生孢子开始单胞，椭圆形，无色，成熟后褐色，双胞，表面有纵行条纹，大小约20—30×10—18μm（图版Ⅰ-1），在查彼培养基上生长旺盛。菌落开始时无色，以后变为灰黑色。气生菌丝绒毛状，灰蓝色。平面培养4天，菌落直径达10cm，10天后开始形成分生孢子器，15天后完全成熟。

（二）蓝变木材的特征

被侵染木材的表面为灰蓝色或灰黑色，严重时表面有小黑点（是该菌的菌丝团或子实体）。在木材表面由孢子萌发产生的菌丝通过木射线进入木材内部组织。菌丝在橡胶木材中主要分

1）组像基质格（长×直径）：2×1cm。

布在导管中(图版Ⅰ-5)，而在马尾松木材中主要分布在树脂道和木射线中(图版Ⅰ-4)。电镜观察还表明，菌丝穿过木材细胞壁时是通过纹孔进行的，木材细胞壁没有被破坏(图版Ⅰ-3)。菌丝主要是分解和吸收细胞内含物如淀粉和其它糖分，供其生长发育。木材蓝变主要是由于分布在木材中的黑色菌丝引起的。

(三) 沙土培养基的筛选

定期观察结果表明：

1. 可可球二孢在含有麦芽糖培养液的沙土培养基上生长略优于含有查彼取代液的培养基。在含有麦芽糖培养基的试瓶中菌丝呈绒状，且生长旺盛，各试块全部被菌丝覆盖。

2. 菌丝在含有不同树种锯末的培养基上生长差别不大，以橡胶木和马尾松锯末作培养基稍好于其它三种锯末组成的培养基。为此得出如下结论：五种锯末均可作培养基的组成成分，影响菌丝生长似乎在于培养液成分。因此，我们选用常规的马尾松锯末+麦芽糖液+沙土的培养基作为将来进行木材蓝变研究的培养基。

(四) 接种结果

回接和交叉接种结果表明，侵染试块都出现该树种原有的蓝变特征，从而进一步说明它们是同一种真菌。可可球二孢侵染其它三种木材引起蓝变的室内接种试验结果见表 2 。

表 2　　可可球二孢人工接种试验结果

材料名称	试块数	蓝变试块数	发病率(%)	严重程度	蓝变特征
马尾松	27	27	100	严重	木材表面有灰蓝色至灰黑色的条纹，严重时出现许多黑斑(点)，木材内部组织也受侵染。
橡胶树	27	27	100	严重	木材表面有灰蓝色至灰黑色的条纹，严重时出现许多黑斑(点)，木材内部也变色。
柠檬桉	27	27	100	中等	木材纹理中出现蓝黑色的小点、条纹，木材内部也变色。
色木	27	27	100	轻微	沿着木材纹理有灰黑色的条纹，木材内部也变色。
厘藤	27	27	100	严重	纵切面有灰蓝色的条纹，严重时藤茎表面有密集的粒状黑斑。

表 2 表明所有经人工接种的试材都产生蓝变，其蓝变程度随树种不同而不同。受其侵染的马尾松、橡胶木试材变色严重，表现在试材表面不仅出现密集的灰黑色条纹和黑斑(点)，而且在试材内部也产生变色。厘藤茎内部组织变色严重，藤茎表面产生密集的粒状黑斑。柠檬桉和色木试材表面都出现黑色的条纹，菌丝也穿透其木材内部组织引起蓝变。

(五) 菌种耐温性试验结果

菌种耐温性试验结果见图 1 、 2 、 3 、 4 。

图 1 、 2 表明，可可球二孢在查彼培养基上生长最适温度接近30℃，最低温度为0℃，最高温度为50℃。图 3 表明，纯培养的菌种在65℃的温度下处理1 h，未完全致死，3 天后恢复正常生长；处理2 h，菌丝致死。图 4 表明，橡胶木和马尾松试材在60℃的温度下处理 4 天，

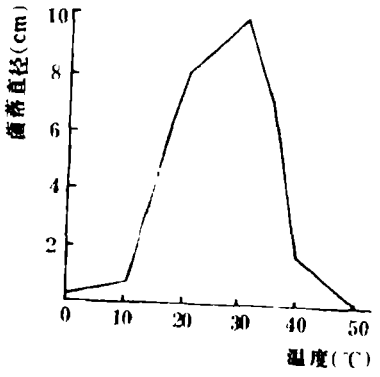


图1 培养4天后菌落生长情况

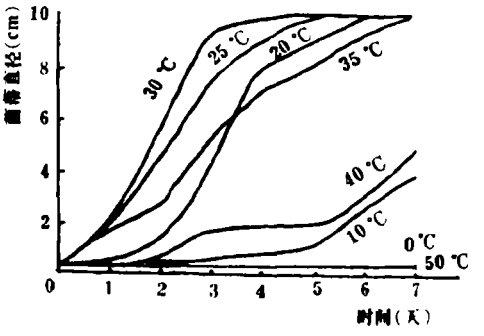


图2 不同温度和不同时间的菌落生长情况

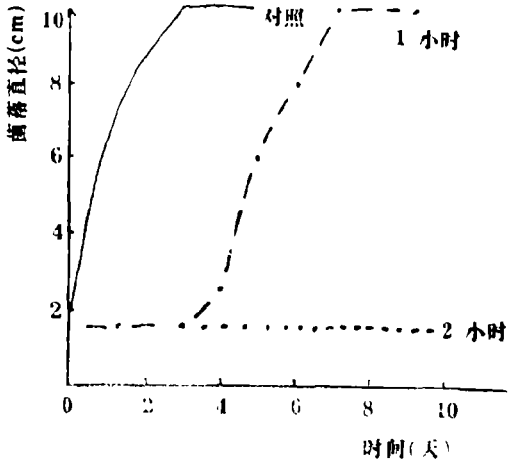


图3 放置65℃温度下数小时后再培养的菌落生长情况

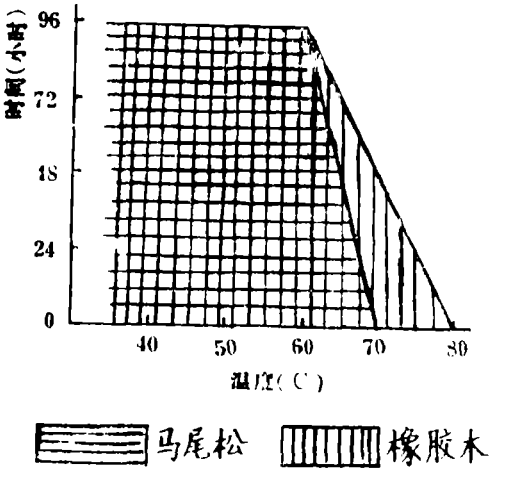


图4 不同时间和不同温度的蓝变材组织中菌种存活情况

菌种未受到影响，而在橡胶木中，菌种在70℃的温度下处理48 h尚能生存，在75℃的温度下处理24 h也能生存。但在马尾松材中，菌种在70℃的温度下处理24 h即致死，这明显表明了该菌种在不同树种中耐温性程度不同。

三、讨　　论

早有文献记载[11,14]，可可球二孢对寄主的适应性和选择性较广。本试验结果表明，它不仅使橡胶木和马尾松木材变色，侵染柠檬桉、色木，而且供试的厘藤茎都被其侵染而发生蓝变。

可可球二孢能引起松属多种木材的蓝变，国外已有报道[4]，且国内有人[1]作过马尾松材蓝变防止试验，但没有报道过该菌。本试验发现该菌是马尾松材蓝变的病原，系国内外首次报道。但它可能不是马尾松材蓝变的唯一病原，对此，有待于进一步调查研究。

Käärik[9] 报道该菌在麦芽洋菜培养基上能抵抗高温(65℃)数小时。Hong[7]作过同样试验，结果表明，在65℃的温度下处理2 h该菌尚未致死，蓝变的橡胶木试块在60℃的温度下

处理时间超过24 h 便致死。我们采用 Czapek-Dox 培养基进行同样试验，结果表明，在65℃的温度下处理2 h 便致死，但蓝变的橡胶木试块在 75℃ 的温度下处理24 h 尚未完全致死。这些结果充分说明，被该菌侵染过的橡胶木，用气干法干燥，只能抑制其生长，木材一旦受潮，潜伏在木材内的菌丝有可能重新活动，使木制品进一步变黑。如采用加热法灭菌，处理温度应在75℃以上，时间不少于24h。

参 考 文 献

[1] 张清鉴、谭达，1956，马尾松材发蓝变色防止试验第二报，华南农学院第二次科学讨论会论文集刊，133—141。

[2] 符永碧、施振华，1987，木材蓝变，热带林业科技，(2)：42—52。

[3] 戴芳澜，1979，中国真菌总汇，科学出版社，850，1361，1396。

[4] Davidson, R. W., 1935, Fungi causing stain in logs and lumber in the southern states, including five new species, J. Agric. Res., 50:789—807.

[5] Findlay, W. P. K., 1959, Sap-stain of timber, Forestry Abstract, 20(1,2):1—14.

[6] Hong, L. T., 1976, A blue stain organism of Jelutong (*Dyera costulata* Hk. f.), The Malaysian Forester, 39(4):177—188.

[7] Hong, L. T., 1980, Temperature tolerance and its significance in the control of sapstain caused by *Botryodiplodia theobromae*, The Malaysian Forester, 43(4):528—531.

[8] Hong, L. T., 1980, The effectiveness of preservatives in the control of sapstain in Rubberwood, The Malaysian Forester, 43(4):522—527.

[9] Käärik, A., 1979, Fungi causing sapstain in wood, Int. Res. Group on Wood Pres. Doc., No.: IRG/WP/199.

[10] Olofinboba, M. O. & Lawton, J. R. S., 1968, An investigation into the biology of the blue stain organism in Antaris africana, J. Inst. Wood Sci., 21:6—20.

[11] Punithalingam, E., 1976, CMI description of pathogenic fungi & bacteria, 519.

[12] Pinheiro, A. C. A., 1971, Blue stain in Poplar wood, Material and Organism, 6(2):93—100.

[13] Savoy, J. G., 1958, Blue stain in logs of "Maracaibo boxwood", For. Prod. Res. Lab. (D. S. I. R.).

[14] Sutton, B. C., 1980, The Coelomycetes ,191.

[15] Tabirih, P. K. & Seehann, G., 1984, Effect of *Botryodiplodia theobromae* attack on Obachi wood (*Triplochiton scleroxylon*), Material and Organism, 19(1):9—21.

A BLUE-STAINING FUNGUS OF THE TIMBERS OF *HEVEA BRASILIENSIS* AND *PINUS MASSONIANA*

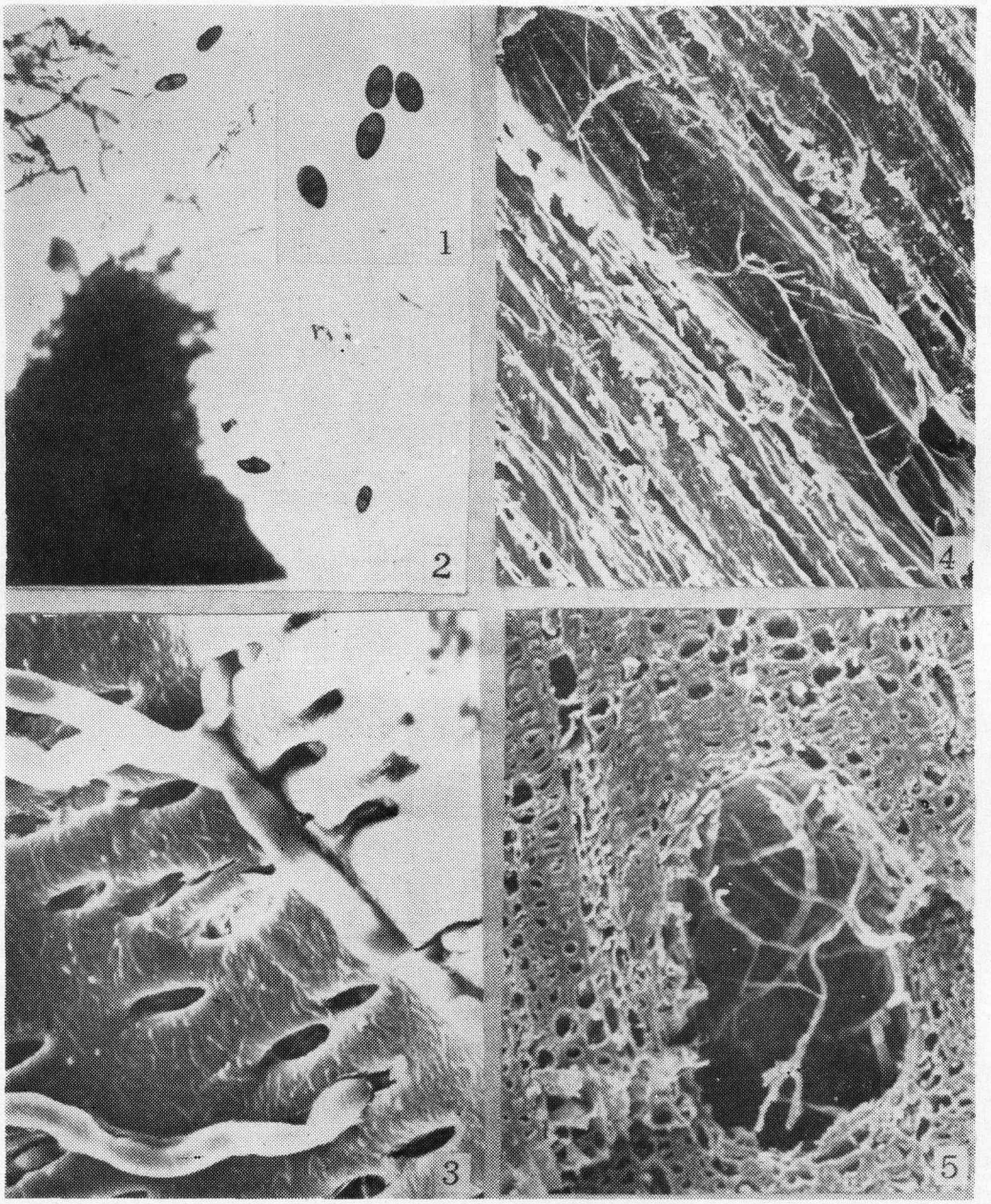
Fu Yongbi Shi Zhenhua Li Qun
(*The Research Institute of Tropical Forestry CAF*)

Abstract

A fungus, isolated from blue stain timbers of *Hevea brasiliensis* and *Pinus massoniana*, was identified as *Botryodiplodia theobromae* Pat.. The fungus was also found to be capable of infecting the wood samples of *Eucalyptus citriodora*, *Acer mono* and *Calamus egregius*.

The results of the tests on its temperature tolerance showed that the fungus survives within the stained Rubberwood subjected to a temperature of 75℃ for 24 hours and within the stained wood samples of *Pinus massoniana* subjected to a temperature of 60℃ for 96 hours. The hyphae of this fungus were observed to occupy the rays primarily and to follow the rays into the wood mainly through pits. They mainly distributed within the vessels of the stained Rubberwood and the resin canals and rays of the stained wood of *Pinus massoniana*.

Key words: *Botryodiplodia theobromae* Pat.; timber of blue stain; timber of *Hevea brasiliensis*; timber of *Pinus massoniana*



1. 示分生孢子的形态，400×；2. 示分生孢子器及分生孢子，200×；3. 示菌丝穿过橡胶木的纹孔，1500×；4. 示菌丝主要分布于蓝变马尾松材的树脂道中，200×；5. 示菌丝主要分布于蓝变橡胶木的导管中，200×。